

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-89227
(P2000-89227A)

(43) 公開日 平成12年3月31日 (2000.3.31)

(51) IntCl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 2 F 1/1335	5 3 0	G 0 2 F 1/1335	5 3 0 2 H 0 8 8
1/13	5 0 5	1/13	5 0 5 2 H 0 9 1
G 0 3 B 21/00		G 0 3 B 21/00	D

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-272567

(22) 出願日 平成10年9月9日 (1998.9.9)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 荒谷 道晴

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

Fターム (参考) 2H088 EA13 HA24 HA28 MA16

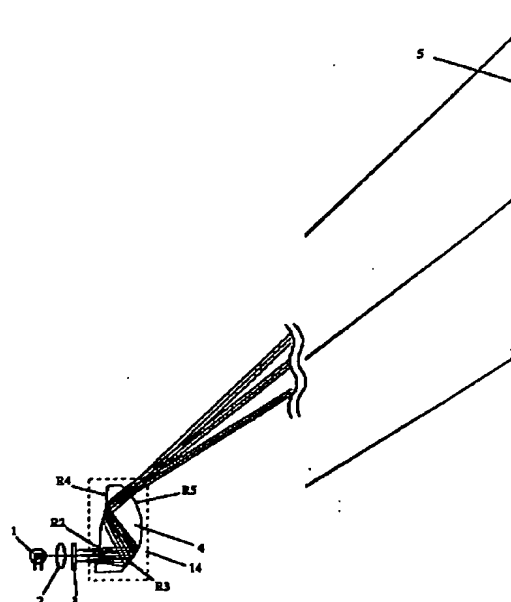
2H091 FA26X FA41Z LA11 MA07

(54) 【発明の名称】 投射型表示装置

(57) 【要約】

【課題】 オファキシャル光学系を利用することにより、画像表示パネル上の画像を斜方向に配置したスクリーン面上に投影画像に歪みやボケのない、高い光学性能を有しつつ投影することができる光学系全体の小型化を図った投射型表示装置を得ること。

【解決手段】 画像表示パネル上の画像を投射光学系によってスクリーン上に投影する投射型表示装置であって、該画像表示パネルの中心と投影画像中心とを結ぶ中心線は、該画像表示パネル面あるいはスクリーン面の少なくとも一方と垂直でなく、該投射光学系は広義の対称面を0ないし1つ有する非球面形状であるオファキシャル面を構成要素として含み全体として、実像を結像できる屈折力を持つオファキシャル光学ブロックを少なくとも1つ有すること。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】画像表示パネル上の画像を投射光学系によってスクリーン上に投影する投射型表示装置であって、該画像表示パネルの中心と投影画像中心とを結ぶ中心線は、該画像表示パネル面あるいはスクリーン面の少なくとも一方と垂直でなく、該投射光学系は広義の対称面を0ないし1つ有する非球面形状であるオフアキシャル面を構成要素として含む全体として、実像を結像できる屈折力を持つオフアキシャル光学ブロックを少なくとも1つ有することを特徴とする投射型表示装置。

【請求項2】前記オフアキシャル光学ブロックは少なくとも1つのオフアキシャル反射面を構成要素として含むことを特徴とする請求項1記載の投射型表示装置。

【請求項3】画像表示パネル上の画像を投射光学系によってスクリーン上に投影する投射型表示装置であって、該画像表示パネルの中心と投影画像中心とを結ぶ中心線は、該画像表示パネル面あるいはスクリーン面の少なくとも一方と垂直でなく、該投射光学系はオフアキシャル反射面を構成要素として含む全体としては実像を結像できる屈折力を持つオフアキシャル光学ブロックを少なくとも1つ含むことを特徴とする投射型表示装置。

【請求項4】光源からの光束を照明光学系で集光し、該光束で画像表示パネルを照明し、該画像表示パネル上の画像を投射光学系でスクリーン面上に投射する投射型表示装置において、該光源の中心と画像表示パネルの中心を結ぶ中心線は、画像表示パネル面と垂直でなく、該照明光学系はオフアキシャル反射面を構成要素として含む屈折力を持つオフアキシャル光学ブロックを少なくとも1つ含むことを特徴とする投射型表示装置。

【請求項5】前記画像表示パネルは、入射光束の強度を空間的に変調して反射する反射型画像表示パネルであることを特徴とする請求項1、2、3又は4の投射型表示装置。

【請求項6】前記オフアキシャル反射面は空気側より入射した光線を空気側へと反射する構成となっていることを特徴とする請求項2、3、4又は5の投射型表示装置。

【請求項7】前記オフアキシャル反射面は媒質側より入射した光線を媒質側へ反射する構成となっていることを特徴とする請求項2、3、4又は5の投射型表示装置。

【請求項8】前記オフアキシャル光学ブロックはモールド成形により作成されていることを特徴とする請求項1～7のいずれか1項の投射型表示装置。

【請求項9】前記オフアキシャル光学ブロックを構成する複数の光学面の少なくとも2つの光学面がモールド成形により一体で作成されていることを特徴とする請求項8の投射型表示装置。

【請求項10】前記オフアキシャル光学ブロックは、透明体の表面に光束が屈折して入射する入射面と、該入射光束を順次反射する曲率を有する複数の反射面と、該複

数の反射面にて反射された光束を屈折して射出する射出面を一体に形成した光学素子より成っていることを特徴とする請求項1～9のいずれか1項の投射型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、投射型の表示装置に関し、特に液晶表示素子（液晶パネル）の画像を、投影レンズで、スクリーン又は壁に拡大投影する液晶プロジェクターに好適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、液晶パネルを光源からの光束により照明し、液晶パネルからの透過光又は反射光に基づく画像を、投影レンズにより、スクリーン又は壁に拡大投影する液晶プロジェクターが種々と提案されている。

【0003】図9は従来の投射型表示装置の要部概略図である。図中101は照明系、102は液晶などの画像表示パネル、103は投射光学系、104はスクリーンである。画像表示パネル102の上に形成された画像が照明系101によって照明され、投射光学系103を介して斜方向に設けたスクリーン104の上に拡大投影されることにより画像表示が行なわれている。

【0004】一方、最近、非共軸光学系を利用し、光学系全体の小型化を図った結像系が種々と提案されている。非共軸光学系では、基準軸という概念を導入し構成面を非対称非球面にすることで、十分収差が補正された光学系が構築可能であることが、例えば特開平9-5650号公報にその設計法が、特開平8-292371号公報、特開平8-292372号公報にその設計例が示されている。

【0005】こうした非共軸光学系はオフアキシャル光学系（像中心と瞳中心を通る光線に沿った基準軸を考えた時、構成面の基準軸との交点における面法線が基準軸上になく曲面（オフアキシャル曲面）を含む光学系として定義される光学系で、この時、基準軸は折れ曲がった形状となる）と呼ばれる。このオフアキシャル光学系は、構成面が一般には非共軸となり、反射面でもケラレが生じることがないため、反射面を使った光学系の構築がしやすい。また、光路の引き回しが比較的自由に行なえる、構成面を一体成形する手法で一体型の光学系を作りやすいという特徴をもっている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】図9に示すように投射光学系103の光束をスクリーン104に対して斜めに投影する投射型表示装置においては、スクリーン104と投射光学系103の相対位置関係は、使用の条件によって様々な場合がある。特に、投射光学系103の光軸105とスクリーン104が直角の関係になく、あおりの効果により投影された像に台形状の歪みが生じてくる。

【0007】図10は、斜め投影によって台形歪みが生じることを説明する概略図である。表示パネル102上に形成された画像(図10の矢印)は投射レンズ103によってスクリーン104上に角度 θ で斜め投影される。このような配置での物体と像の関係はあおり撮影などで生じるものとして良く知られている。表示パネル102から投射レンズ103の物体側主点までの距離を $L1$ 、投射レンズ103の像側主点からスクリーン104までの距離を $L2$ とし、スクリーン104の原点104aを投射レンズ103の光軸105とスクリーン104との交点とする。スクリーン104の高さ H での撮影倍率 β は、

$$\beta = (L2 + H \sin \theta) / L1 = \beta_0 + (\sin \theta / L1) H \quad (1)$$

となることが近軸の計算により求められる。

【0008】ここで β_0 はスクリーンの原点での投影倍率を示している。(1)式より、スクリーン上での投影倍率 β はスクリーン104の上下方向の高さ H に関してリニアな関数となっていることがわかる。この関係はあおり特有のものであり、 θ を0とすれば倍率 β は常に β_0 と等しくなる。 $\theta \neq 0$ の場合の倍率 β と高さ H の関係は図11に示すように、高さ H が正の所では中心より倍率が大きくなり、高さ H が負の所では倍率はその逆となる。この結果、表示パネルに正方形の画像を入力した場合、スクリーン上に形成される画像は図12の実線に示されるように台形状に歪んだ形となる。なお、図12中、破線で示したのは歪みのないときの画像である。

【0009】また、図10の106は、近軸ガウス像面であるが、近軸ガウス像面106とスクリーン104が一致しないため像高 H が大きい所では焦点が合わず、従ってスクリーン全面において鮮明な投影像を得ることが難しい。これらの台形歪みや像面の倒れといった収差は光軸に対して回転対称ではないため、従来回転対称な光学系で構成される投射型表示装置ではこれらの問題は不可避であった。

【0010】それに対し、特開平3-113432号公報には投射レンズを光軸と垂直な方向にシフトすることにより、投影画像の歪みを防止する投射型表示装置が開示されている。一般に、回転対称なレンズをシフトするとシフトによって生じる収差により投影解像度が低下する傾向がある。

【0011】本発明は、オフアキシャル光学系を利用することにより、画像表示パネル上の画像を斜方向に配置したスクリーン面上に投影画像に歪みやボケのない、高い光学性能を有しつつ投影することができる光学系全体の小型化を図った投射型表示装置の提供を目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の投射型表示装置は、

(1-1) 画像表示パネル上の画像を投射光学系によってスクリーン上に投影する投射型表示装置であって、該画像

表示パネルの中心と投影画像中心とを結ぶ中心線は、該画像表示パネル面あるいはスクリーン面の少なくとも一方と垂直でなく、該投射光学系は広義の対称面を0ないし1つ有する非球面形状であるオフアキシャル面を構成要素として含み全体として、実像を結像できる屈折力を持つオフアキシャル光学ブロックを少なくとも1つ有することを特徴としている。

【0013】特に、

(1-1-1) 前記オフアキシャル光学ブロックは少なくとも1つのオフアキシャル反射面を構成要素として含むことを特徴としている。

【0014】(1-2) 画像表示パネル上の画像を投射光学系によってスクリーン上に投影する投射型表示装置であって、該画像表示パネルの中心と投影画像中心とを結ぶ中心線は、該画像表示パネル面あるいはスクリーン面の少なくとも一方と垂直でなく、該投射光学系はオフアキシャル反射面を構成要素として含み全体としては実像を結像できる屈折力を持つオフアキシャル光学ブロックを少なくとも1つ含むことを特徴としている。

【0015】(1-3) 光源からの光束を照明光学系で集光し、該光束で画像表示パネルを照明し、該画像表示パネル上の画像を投射光学系でスクリーン面上に投射する投射型表示装置において、該光源の中心と画像表示パネルの中心を結ぶ中心線は、画像表示パネル面と垂直でなく、該照明光学系はオフアキシャル反射面を構成要素として含む屈折力を持つオフアキシャル光学ブロックを少なくとも1つ含むことを特徴としている。

【0016】この他、構成(1-1)～(1-3)において、(1-3-1) 前記画像表示パネルは、入射光束の強度を空間的に変調して反射する反射型画像表示パネルであること。

【0017】(1-3-2) 前記オフアキシャル反射面は空気側より入射した光線を空気側へと反射する構成となっていること。

【0018】(1-3-3) 前記オフアキシャル反射面は媒質側より入射した光線を媒質側へ反射する構成となっていること。

【0019】(1-3-4) 前記オフアキシャル光学ブロックはモールド成形により作成されていること。

【0020】(1-3-5) 前記オフアキシャル光学ブロックを構成する複数の光学面の少なくとも2つの光学面がモールド成形により一体で作成されていること。

【0021】(1-3-6) 前記オフアキシャル光学ブロックは、透明体の表面に光束が屈折して入射する入射面と、該入射光束を順次反射する曲率を有する複数の反射面と、該複数の反射面にて反射された光束を屈折して射出する射出面を一体に形成した光学素子より成っていること等を特徴としている。

【0022】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態に付いての具体

的な説明にはいる前に、本明細書中にて度々使用する、オフアキシャル光学系、及び、その骨組みとなる基準軸について以下のように定義する。

【0023】基準軸の定義

一般的には物体面から像面にいたる基準となる基準波長の光線の光路をその光学系における基準軸と定義する。これだけでは基準となる光線の選び方に曖昧性が残るので、通常は以下の2つの原則のいずれかにより基準光線すなわち基準軸を設定する。

【0024】(7-1) 光学系に部分的にでも対称性を有する軸が存在し、収差のとりまとめが対称性よく行うことができる場合にはその対称性を有する軸上を通る光線を基準光線とする。

【0025】(7-2) 光学系に一般的に対称軸が存在しない時、あるいは部分的には対称軸が存在しても、収差のとりまとめが対称性よく行えない時には、物体面中心（被撮影、被観察範囲の中心）から出る光線のうち、光学系の指定される面の順に光学系を通り、光学系内に定義される絞り中心を通る光線を基準光線として設定する。

【0026】このようにして定義される基準軸は、折れ曲がっている形状となることが一般的である。

【0027】オフアキシャル光学系の定義

上記のように定義した基準軸が曲面と交わる点において、面法線が基準軸と一致しない曲面をオフアキシャル曲面と定義し、オフアキシャル曲面を含む光学系をオフアキシャル光学系と定義する。（但し、平面反射面によって基準軸が単純に折れ曲がっている場合も面法線が基準軸と一致しないが、その平面反射面は収差の対称性を損なわないので、オフアキシャル光学系の対象から除外する。）以下に、図面を参照して本発明の投射型表示装置の実施形態を説明する。

【0028】図1は、本発明の投射型表示装置の実施形態1の構成を示す図である。

【0029】図において、1は光源、2は光源1からの光を均一な強度の平行光に変換するコンデンサーレンズ、3は平行光の強度分布を空間的に変調する液晶等を用いた画像表示パネルである。14は画像表示パネル3上の画像をスクリーン5へ投射する投射光学系であり、投射光学系14は複数の光学面が一体に形成されたオフアキシャル光学ブロック4からなっている。オフアキシャル光学ブロック4は入射屈折面R2、反射面R3及びR4、出射屈折面R5から構成されている。画像表示パネル14を基準軸方向に移動させてピント調整を行っている。

【0030】図2は本発明の投射型表示装置の各光学面の構成データを定義する座標系の説明図である。

【0031】本発明の実施例では画像表示パネル3の素子面からスクリーン5に進む1つの光線（図2中の一点鎖線で示すもので基準軸光線 L_a と呼ぶ）に沿ってi番

目の面を第i面とする。

【0032】図2において第1面R1は画像表示パネル3の素子面、第2面R2は屈折面、第3面R3、第4面R4はオフアキシャル反射面、第5面R5は屈折面である。

【0033】本発明に係る投射光学系14はオフアキシャル光学系を利用しているため光学系を構成する各面は共通の光軸を持っていない。そこで、本発明の実施例においては先ず物体面3の中心を原点とする絶対座標系を設定する。そして、本発明の実施例においては、物体面の中心点を原点とすると共に、原点と像面の中心とを通る光線（基準軸光線）の経路を光学系の基準軸と定義している。さらに、本実施例中の基準軸は方向（向き）を持っている。その方向は基準軸光線 L_a が結像に際して進行する方向である。基準軸は、光学系の外から見た場合には光軸と同様な取り扱いが出来る。

【0034】本発明の実施例においては、光学系の基準となる基準軸を上記の様に設定したが、光学系の基準となる軸の決め方は光学設計上、収差の取り纏め上、若しくは光学系を構成する各面の形状を表現する上で都合の良い軸を採用すれば良い。

【0035】しかし、一般的には像面又は観察面の中心と、絞り又は入射瞳又は射出瞳又は光学系の第1面の中心若しくは最終面の中心のいずれかを通る光線の経路を光学系の基準となる基準軸に設定する。

【0036】つまり、本発明の実施例においては、基準軸は画像表示パネル3の中心点を通り、像面の中心へ至る光線（基準軸光線）が反射面によって反射する経路を基準軸に設定している。各面の順番は基準軸光線が反射を受ける順番に設定している。

【0037】従って基準軸は設定された各面の順番に沿って反射の法則に従ってその方向を変化させつつ、最終的に像面の中心に到達する。

【0038】本発明の各実施例の光学系を構成するチルト面は基本的にすべてが同一面内でチルトしている。そこで、絶対座標系の各軸を以下のように定める。

【0039】Z軸：原点を通り第2面R1に向かう基準軸
Y軸：原点を通りチルト面内（図2の紙面内）でZ軸に対して反時計回りに 90° をなす直線

X軸：原点を通りZ、Y各軸に垂直な直線（図2の紙面に垂直な直線）

又、光学系を構成する第i面の面形状を表すには、絶対座標系にてその面の形状を表記するより、基準軸と第i面が交差する点を原点とするローカル座標系を設定して、ローカル座標系でその面の面形状を表した方が形状を認識する上で理解し易い為、本発明の構成データを表示する実施例では第i面の面形状をローカル座標系で表わす。

【0040】また、第i面のYZ面内でのチルト角は絶対座標系のZ軸に対して反時計回り方向を正とした角度 θ

i (単位°) で表す。よって、本発明の実施例では各面のローカル座標の原点は図2中のYZ平面上にある。

【0041】またXZおよびXY面内での面の偏心はない。さらに、第 i 面のローカル座標 (x, y, z) の y, z 軸は絶対座標系 (X, Y, Z) に対してYZ面内で角度 θ_i 傾いており、具体的には以下のように設定する。

【0042】 z 軸：ローカル座標の原点を通り、絶対座標系の Z 方向に対しYZ面内において反時計方向に角度 θ_i をなす直線

y 軸：ローカル座標の原点を通り、 z 方向に対しYZ面内において反時計方向に 90° をなす直線

x 軸：ローカル座標の原点を通り、YZ面に対し垂直な直線

また、 D_i は第 i 面と第 $(i+1)$ 面のローカル座標の原点間の間隔を表すスカラー量、 N_{di} 、 ν_{di} は第 i 面と第 $(i+1)$ 面間の媒質の屈折率とアッペ数である。

【0043】また、本発明の実施例では光学系の断面図及び数値データを示す。

【0044】本発明の実施例における投射光学系14は回転非対称の非球面を有し、その形状は以下の式により示す。

$$【0045】A = (a+b) \cdot (y^2 \cdot \cos^2 t + x^2)$$

$$B = 2a \cdot b \cdot \cos t \cdot \{1 + \{(b-a) \cdot y \cdot \sin t / 2a \cdot b\} + [1 + \{(b-a) \cdot y \cdot \sin t / (a \cdot b)\} - \{y^2 / (a \cdot b)\} - \{4a \cdot b \cdot \cos^2 t + (a+b)^2 \sin^2 t\} x^2 / (4a^2 b^2 \cos^2 t)]^{1/2}\}$$

として

$$z = A/B + C_{02}y^2 + C_{20}x^2 + C_{03}y^3 + C_{21}x^2y + C_{04}y^4 + C_{22}x^2y^2 + C_{40}x^4 + C_{05}y^5 + C_{23}x^2y^3 + C_{41}x^4y + C_{06}y^6 + C_{24}x^2y^4 + C_{42}x^4y^2 + C_{60}x^6$$

なお、本発明における回転非対称な各面の形状は上記曲面式で $a=b=\infty$ 、 $t=0$ の平面ベース非球面であり、 x に関する偶数次の項のみを使用して奇数次の項を0とすることにより、 yz 面を対称面とする面対称な形状としている。更に以下の条件が満たされる場合は xz 面に対して対称な形状を表す。

$$【0046】C_{03} = C_{21} = t = 0$$

さらに

$$C_{02} = C_{20} \quad C_{04} = C_{40} = C_{22}/2$$

が満たされる場合は回転対称な形状を表す。以上の条件を満たさない場合は回転非対称な形状である。

【0047】次に、実際の設計例における数値データを以下に示す。

i	Y_i	Z_i	θ_i	D_i	N_{di}	ν_{di}
1	0.0	0.0	0.0	4.0	1	物体面
2	0.0	4.0	0.0	6.0	1.51633	64.1 屈折面
3	0.0	10.0	30.0	10.0	1.51633	64.1 反射面
4	-8.66	5.0	10.0	5.0	1.51633	64.1 反射面
5	-11.87	8.83	-40.0	200.0	1	屈折面
6	-111.87	182.03	40.0	0.0	1	像面

非球面形状

R2面

$$C_{02} = -0.0212718806585$$

$$C_{03} = -0.045813982295$$

$$C_{04} = -0.00551370664075$$

$$C_{20} = 0.0877153319851$$

$$C_{21} = -0.0270000037123$$

$$C_{22} = -0.00612489531266$$

$$C_{40} = -0.0028415057482$$

R3面

$$C_{02} = -0.0207964845575$$

$$C_{03} = -0.00154795082493$$

$$C_{04} = 0.428577165554e-5$$

$$C_{20} = -0.0224664347515$$

$$C_{21} = -0.00127131383154$$

$$C_{22} = -0.847357732427e-4$$

$$C_{40} = -0.000103764314762$$

R4面

$$C_{02} = -0.00726889318095$$

$$C_{03} = -0.00019247906704$$

$$C_{04} = 0.426020737816e-4$$

$$C_{20} = -0.0189251975194$$

$$\begin{aligned}C_{21} &= 0.00117691040772 \\C_{22} &= 0.000205619140097 \\C_{40} &= -0.352657125611e-4\end{aligned}$$

R5面

$$\begin{aligned}C_{02} &= -0.0480342804996 \\C_{03} &= 0.00209591712295 \\C_{04} &= 0.000201242812139 \\C_{20} &= -0.046551482663 \\C_{21} &= 0.00634371846347 \\C_{22} &= -0.000729682057684 \\C_{40} &= -0.000286612648352\end{aligned}$$

次に本実施例における結像作用を説明する。

【0048】画像表示パネル3からの光束は、オフアキシャル光学ブロック4の入射面R2に入射し、反射面R3、反射面R4の順で反射された後、射出面R5から射出してスクリーン5上に結像する。本実施例においては、射出面R5から射出する光束の基準軸とスクリーン5は直交しない。このように光軸とスクリーンが直交しない場合、従来のように光学系を光軸に対して回転対称な光学面で構成した場合、歪み、及び、焦点ボケの生じない理想的な結像が得られるのは、図2の平面6に示すような光軸Laに対して垂直な面（以降「画像評価面」と呼ぶ）においてであり、スクリーン5においては台形歪み、及び、焦点ボケの問題が生じてしまう。

【0049】図3（A）は、従来の光学系における像高Hと投影倍率 β との関係を示す図である。スクリーン上での投影倍率は像高Hが正の所では中心の投影倍率 β_0 より小さくなり、像高Hが負の場所ではその逆となってしまう。その結果、画像表示パネル3に正方形の画像を入力した場合、スクリーン5に形成される画像は図3（B）の実線に示されるように台形状に歪んだ形となる。なお、図中破線で示したのは歪みのないときの画像である。この台形歪みを補正するために本実施形態は、図3（C）に示すような歪曲収差Dを持った光学設計を行っている。

【0050】図4、図5は本実施例において、物高 $(x, y) = (1, -1), (1, 0), (1, 1), (0, -1), (0, 0), (0, 1)$ からの光線のスポットダイアグラムであり、図4は画像評価面6におけるスポットダイアグラム、図5はスクリーン5におけるスポットダイアグラムである。つまり図4、図5における破線は画像表示パネル3に正方形を表示した場合の投影画像である。図4に示されているように、画像評価面6において歪曲収差が発生するような設計を行うことにより、スクリーン5において歪みのない投影画像を得ることができる。

【0051】図6に画像評価面6での収差図、及び、図7にスクリーン5上での収差図を示す。図6は、それぞれ物高 $(x, y) = (1, -1), (1, 0), (1, 1), (0, -1), (0, 0), (0, 1)$ に対応し

た画像評価面6上での横収差である。また、図7は、それぞれ物高 $(x, y) = (1, -1), (1, 0), (1, 1), (0, -1), (0, 0), (0, 1)$ に対応したスクリーン5上での横収差である。なお、図6、図7共に右が横収差のx断面、左が横収差のy断面である。

【0052】図に示されているように、画像評価面6上において像面の傾きの収差を持たせることにより、スクリーン5上で焦点ボケのない良好な投影画像を得ることが出来る。

【0053】本実施例においては、第2面R2、第3面R3、第4面R4、第5面R5はいずれも面法線と基準軸が一致しないオフアキシャル光学面であると共に、夫々yz平面のみを広義の対称面とする形状である。なお、本明細書において、「広義の対称面」という言葉を、「光学面を記述する関数を実数値として定義される全ての領域内部において無限回微分可能である場合においてその領域全域を対象にして定義される対称面である」と定義する。

【0054】例として、放物面の頂点以外の一部を切り出した光学面においては、その切り出した形状のみについて対称面が見出せなくとも、その形状を定義する関数は回転対称軸を持っているため、このような光学面はその回転対称軸を含む無数の平面を広義の対称面として有する、と考える訳である。

【0055】また、本実施例においては光の入出射を含む基準軸は全てyz平面内に載っている。台形歪みの収差、及び、像面傾きの収差はいずれもy軸に対して非対称な収差である。そのため、このようにオフアキシャル光学面を用い面の形状がyz平面のみを広義の対称面となるようにし、y軸に対して非対称とすることにより、容易に所望の非対称な収差を画像評価面6上において得ることが可能となる。

【0056】また、第3面R3、第4面R4を反射面とし、光軸を折り曲げることによりコンパクトな投射光学系を実現している。

【0057】また、本実施例においては面R2、R3、R4、R5はモールドで一体成形されている。このようにオフアキシャル光学面をモールドで成形することによ

り量産性を向上することができる。また、複数の光学面を一体で構成することにより、光学面間の位置の調整が不要となるため、光学系の組み立てが容易となる。また一体とすることにより環境変化や経時変化によって光学特性が劣化しにくい、性能の安定した装置を実現できる。

【0058】図8は本発明の投射型表示装置の実施形態2の要部概略図である。本実施形態は反射型の画像情報を投射光学系でスクリーン面上に投影する場合である。

【0059】図8において、7は光源、8は照明光学系、9はフレネルミラー、10はフレネルミラー9上に置かれた半透明シート（画像情報）、11は投射光学系、12はスクリーンである。照明光学系8は、二つのオフアキシャル光学ブロック15、16を対向配置して構成している。オフアキシャル光学ブロック15はモールドによりオフアキシャル反射面R7、R9が一体に成形されている。また、オフアキシャル光学ブロック16はモールドによりオフアキシャル反射面R8、R10が一体に成形されている。

【0060】投射光学系8はオフアキシャル光学ブロック17から構成されており、オフアキシャル光学ブロック17は入射屈折面R11、射出屈折面R16及びオフアキシャル反射面R12、R13、R14、R15からなっていると共に、モールドによりこれらの光学面R11、R12、R13、R14、R15、R16が一体に成形されている。なお、破線13は本実施例における基準軸を示している。

【0061】光源7から射出した光線はオフアキシャル反射面R7、R8、R9、R10の順に反射し半透明シート10を照射する。半透明シート10を透過することにより空間的に強度変調を受けた光線は、フレネルミラー9で反射された後、屈折面R11に入射し、オフアキシャル反射面R12、R13、R14、R15の順に反射し、屈折面R16から射出しスクリーン12へ到達する。それにより半透明シート10の像がスクリーン12上に投影される。

【0062】半透明シート10を照明する光線の光軸は、設計上の理由により必ずしも半透明シート10に対して垂直ではない場合もある。本実施例においても、照明光学系8と投射光学系11の干渉を避けるため、半透明シート10を照明する光線の光軸は半透明シート10にたいして垂直ではなく、傾きを持たせたレイアウトとなっている。また、本実施例における光軸すなわち図8で破線で示されている基準軸13は、半透明シート10及びスクリーン12のいずれとも垂直ではない。

【0063】このような配置においては従来、投影画像に台形歪みや周辺ボケが生じたが、本実施例においては投射光学系11にオフアキシャル曲面を用いることにより歪み、ボケのない投影画像を得ることができる。そのため、照射光学系8の光軸と半透明シート10は垂直で

ある必要がなく、様々なレイアウトを取ることが可能となる。

【0064】なお、本実施例において、光線はオフアキシャル反射面R7、R8、R9、R10にて表面反射、すなわち光線が空気側から反射面に入射し空気側へ射出する。このように光学系を中空構造とすることにより光路中での光の散乱や吸収及び吸収による光学系の昇温を防ぐことができるため、透過率が高いと共に温度上昇による光学性能の経時変化の少ない光学系を得ることができる。

【0065】また、本実施例において、光線はオフアキシャル反射面R12、R13、R14、R15にて内面反射、すなわち光線が媒質側から反射面に入射し媒質側へ射出、する。このような構造とすることによりオフアキシャル光学ブロックを屈折面R11、R16を含めて一体化することができ、コンパクトな光学系とすることができると共に組み立て時の調整工程を容易なものとできる。

【0066】

【発明の効果】本発明によれば前述の如く、オフアキシャル光学系を利用することにより、画像表示パネル上の画像を斜方向に配置したスクリーン面上に投影画像に歪みやボケのない、高い光学性能を有しつつ投影することができる光学系全体の小型化を図った投射型表示装置を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の投射型表示装置の構成を示す図である。

【図2】 本発明の投射型表示装置の構成データを定義する座標系の説明図である。

【図3】 本発明の投射型表示装置における歪曲収差補正を説明する図である。

【図4】 本発明の投射型表示装置におけるスポットダイアグラム図である。

【図5】 本発明の投射型表示装置におけるスポットダイアグラム図である。

【図6】 本発明の投射型表示装置における横収差図である。

【図7】 本発明の投射型表示装置における横収差図である。

【図8】 本発明の実施形態2の構成を示す図である。

【図9】 従来の投射型表示装置の構成を示す図である。

【図10】 従来例において生じる台形歪みを説明する図である。

【図11】 従来例における収差図である。

【図12】 従来例において生じる台形歪みを説明する図である。

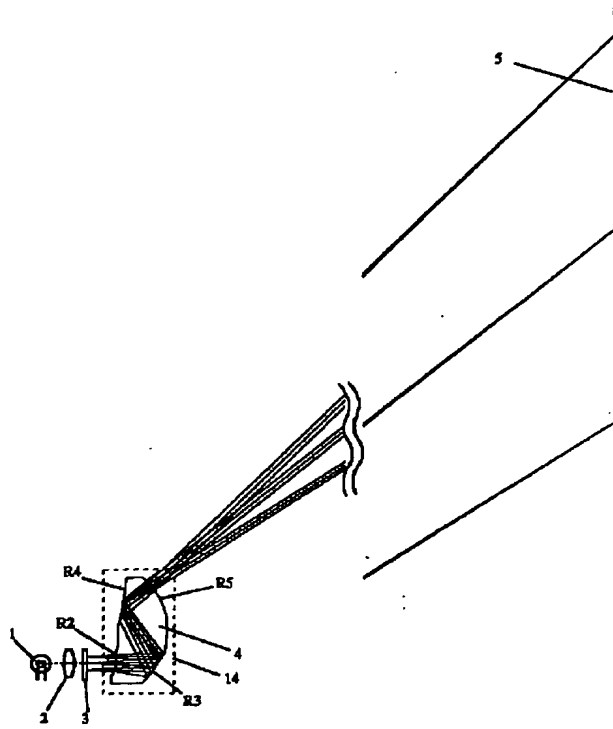
【符号の説明】

1・・・光源

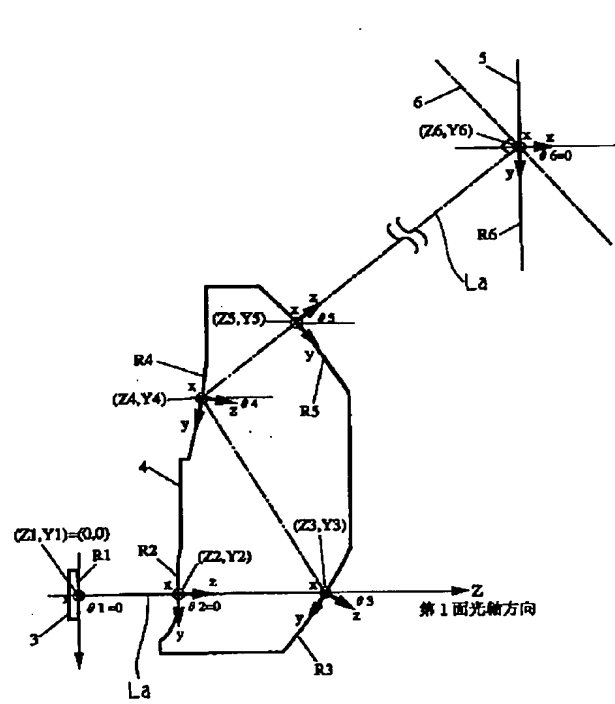
- 2・・・コンデンサーレンズ
- 3・・・画像表示パネル
- 4・・・オフアキシアル光学ブロック
- 5・・・スクリーン
- 7・・・光源
- 8・・・照明光学系

- 9・・・フレネルミラー
- 10・・・半透明シート
- 11・・・投射光学系
- 12・・・スクリーン
- 13・・・基準軸

【図1】

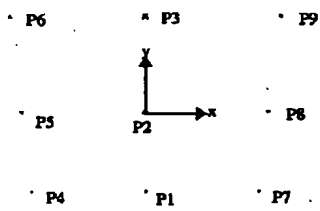


【図2】

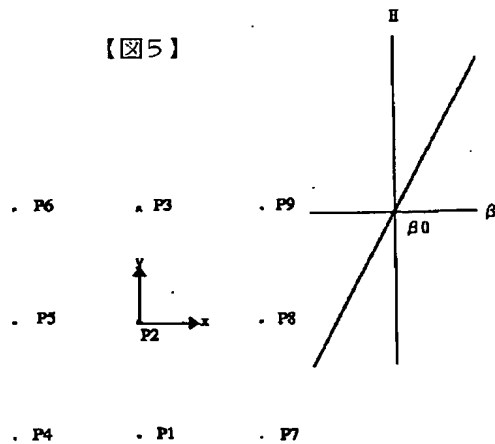


【図11】

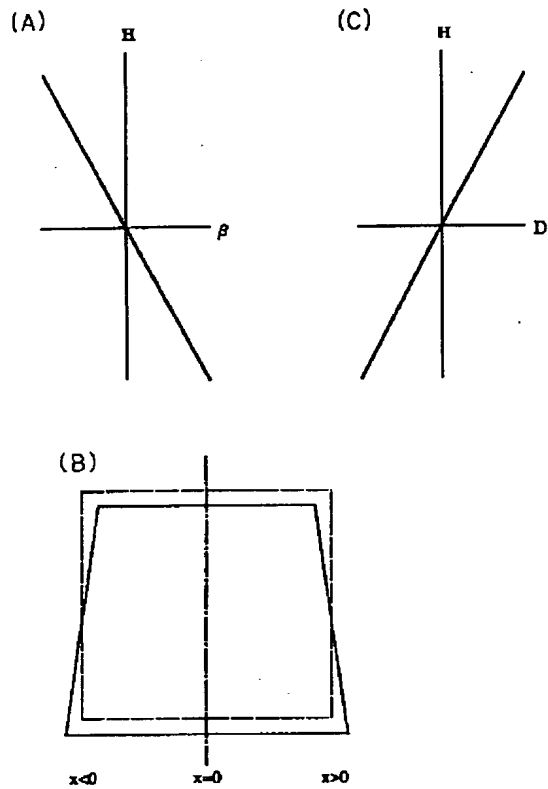
【図4】



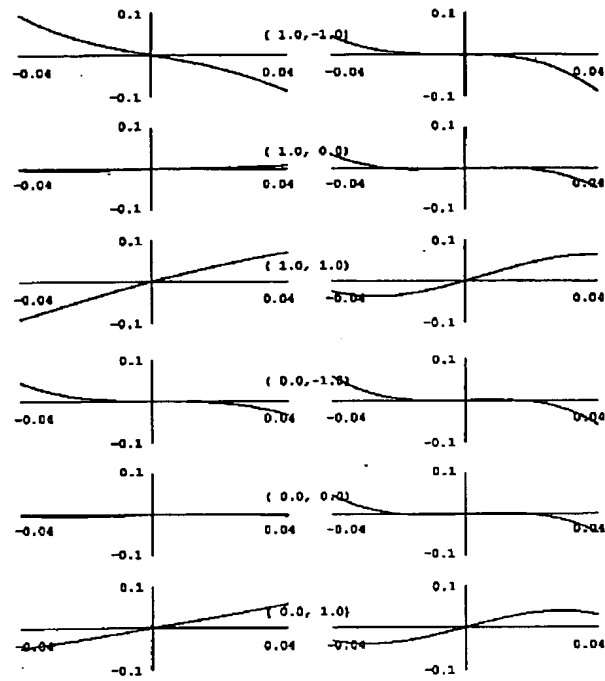
【図5】



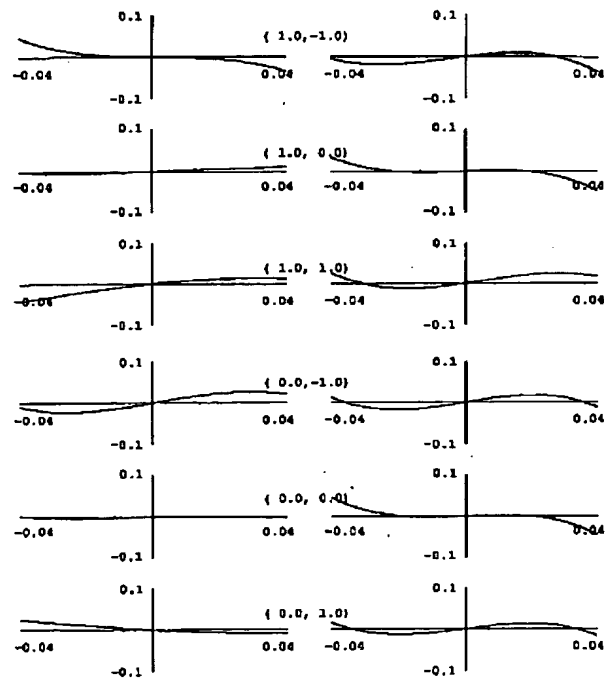
【図3】



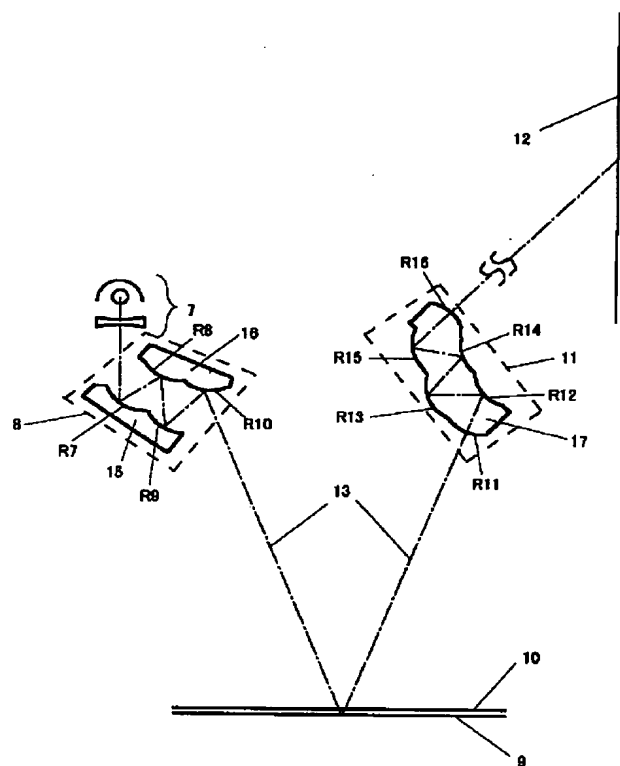
【図6】



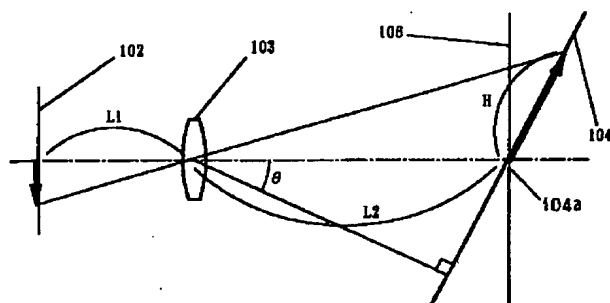
【図7】



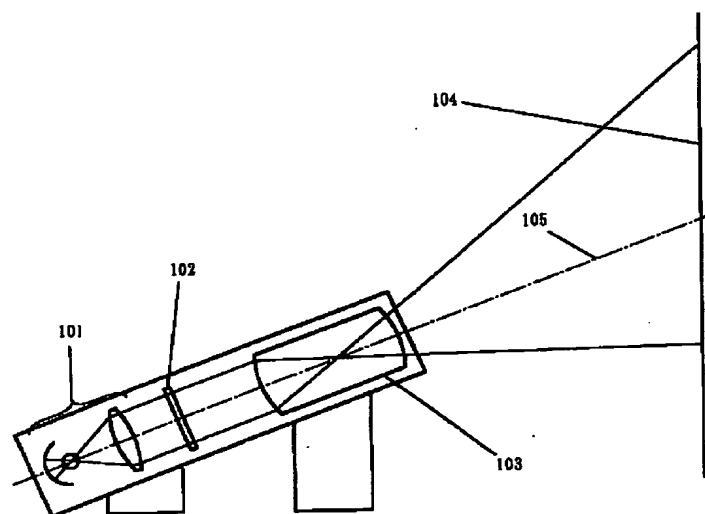
【図8】



【図10】

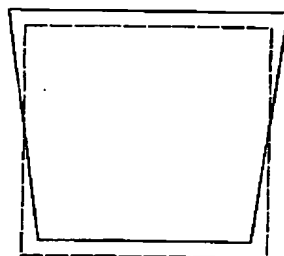


【図9】



(11) 冊2000-89227 (P2000-892iJL

【図12】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.